

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **03266350 A**

(43) Date of publication of application: 27 . 11 . 91

(51) Int. Cl.

H01J 49/48
H01J 37/05
(21) Application number: **02063855**(71) Applicant: **JEOL LTD**

(22) Date of filing: 14 . 03 . 90

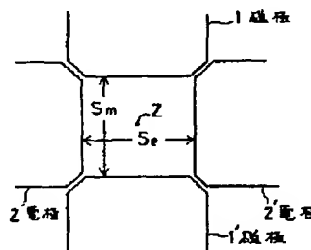
(72) Inventor: **TSUNO KATSUSHIGE**
KATO MAKOTO
(54) **EXB TYPE ENERGY FILTER**

(57) Abstract:

PURPOSE: To satisfy the Wien condition in a wide range around an optical axis by distribute the magnetic and electric fields nearly in the same shape on the surface vertical to the optical axis.

CONSTITUTION: The materials forming electric poles 2, 2' use non-magnetic materials such as copper and aluminum as ever, while the materials forming the yokes or pole pieces of magnetic poles 1, 1' use a ferromagnetic material of fully high electric resistance and imperfect insulation such as ferrite. The magnetic poles 1, 1' negligibly influence the electric field, and the magnetic and electric fields both become two-pole structures so that each of the magnetic and electric fields can uniformly distribute around an optical axis Z over a wide range. This easily enables the satisfaction of the Wien condition even in a fringe field.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-266350

⑬ Int.Cl.⁹

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)11月27日

H 01 J 49/48
37/057247-5E
9069-5E

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全5頁)

⑮ 発明の名称 E×B型エネルギーフィルタ

⑯ 特 願 平2-63855

⑰ 出 願 平2(1990)3月14日

⑱ 発 明 者 津 野 勝 重 東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本電子株式会社内
 ⑲ 発 明 者 嘉 藤 誠 東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本電子株式会社内
 ⑳ 出 願 人 日本電子株式会社 東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号
 ㉑ 代 理 人 弁理士 菅井 英雄 外6名

明 細 書

1. 発明の名称

E×B型エネルギーフィルタ

2. 特許請求の範囲

(1) 電場と磁場が互いに直交して形成されてなり、且つ電極間距離と磁極間距離とが略同一となされたE×B型エネルギーフィルタにおいて、光軸に垂直な面における磁場分布と電場分布が略同一形状となされていることを特徴とするE×B型エネルギーフィルタ。

(2) 電極は非磁性体で形成され、磁極のヨークあるいはポールピースは、強磁性を有し、且つ電場に影響を及ぼさない材料で形成されていることを特徴とする請求項1記載のE×B型エネルギーフィルタ。

(3) 磁極のヨークあるいはポールピースは強磁性を示し、且つ導電性を有する金属で形成され、電極は、導電性を有し、且つ磁性または強磁性を有する材料で形成されていることを特徴とする請求項1記載のE×B型エネルギーフィルタ。

(4) 電極には磁場分布補正用のコイルが巻回されてなることを特徴とする請求項3記載のE×B型エネルギーフィルタ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、電場と磁場が直交されて形成されている重畳場を有するE×B型エネルギーフィルタに関するものである。

〔従来の技術〕

従来、電場と磁場を直交させ、この重畳場に直交する方向に荷電粒子を直進させることによってエネルギー分析を行うE×B型エネルギーフィルタ(以下、単にエネルギーフィルタと称す)が知られている。このようなエネルギーフィルタの構造については種々提案されているが、その一例を第1図に示す。

第1図はエネルギーフィルタの光軸に垂直な面における断面を示す図であり、二つの磁極1,1'の間の磁極間距離S₁と、二つの電極2,2'の間の電極間距離S₂は略同一、望ましくは等しくな

れている。なお、Zは光軸を示す(以下、同じ)。

第1図の構成によれば、エネルギーフィルタの内部では勿論のこと、フリンジ場、即ちエネルギーフィルタにおける荷電粒子の入射部および出射部においてもウィーン条件を満足させることができる。つまり、エネルギーフィルタにおいては、荷電粒子を直進させる必要があり、そのためには、電場をE、磁場をB、荷電粒子の速度をvとしたとき、 $E = v \times B$ というウィーン条件を満足しなければならない。ただし、E、B、vはいずれもベクトルである。これは即ち、電場Eの分布と磁場Bの分布の形状は、エネルギーフィルタの内部においては勿論のこと、そのフリンジ場においても同じでなければならないことを意味する。そうでないとウィーン条件が満足されないことになり、荷電粒子は直進しないからである。

第2図は、第1図に示す構成のエネルギーフィルタの光軸Zに沿った電場分布6および電場分布7を示す図であるが、エネルギーフィルタ5の内部においては勿論、図中8で示す荷電粒子の入射

光軸Zから離れるに従ってその形状は磁場分布Bからずれる。

従って、第1図に示す構成の従来のエネルギーフィルタにおいては、その磁場分布と電場分布は光軸Zの近傍においてはウィーン条件を満足するものの、光軸Zからはなれるに従ってウィーン条件を満足しなくなるので、荷電粒子を直進させることができる範囲は非常に狭いものであった。

また、上記の問題はフリンジ場においてはより深刻な問題となっていた。即ち、磁場については2極構造であるが、磁極のヨークあるいはポールピースは導電体であるから、当該ヨークあるいはポールピースは電場の中に入れられることによって電極として作用することになり、電極は4極構造となる。従って、2極構造の磁極で形成される磁場のフリンジと、4極構造の電極で形成される電場のフリンジとは異なる形状となり、結局、フリンジ場においてはウィーン条件を満足させることができないものであった。

そこで、実際には、上記の事項を考慮して、第

部近傍および図中8で示す出射部近傍のフリンジ場においても、電場分布6と磁場分布7の形状は略同一であり、ウィーン条件が満足されていることが分かる。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、従来のエネルギーフィルタにおいては、磁極を構成するヨークあるいはポールピースは鉄、パーマロイ等の導電性を有する金属で形成され、電極は銅やアルミニウム等の非磁性体で形成されているのが一般的である。従って、電極は非磁性体であるから磁場に対しては何等影響を及ぼすことはないが、磁極を形成する鉄は導電体であるから電場に影響を及ぼす。その結果として、第1図に示す構成の従来のエネルギーフィルタにおいては、光軸Zに垂直な面における電場分布Eの形状と磁場分布Bの形状は第3図に示すように大きく異なっている。つまり、電極は磁場に影響を与えないので、磁場分布Bは広い範囲で一様であるが、電場分布Eは磁極に影響されるので、光軸Zの近傍では磁場分布Bと同じ形状となるが、

4図に示すように、磁極1、1'の面を適宜傾斜させることによって、非点なし結像を実現させることなどが行われているが、その設計は非常に面倒であった。なお、第4図において電極間距離S₁と、磁極間距離S₂とは略同一であることは当然である。

本発明は、上記の課題を解決するものであって、光軸を中心として広い範囲に渡ってウィーン条件を満足できるE×B型エネルギーフィルタを提供することを目的とするものである。

〔課題を解決するための手段〕

上記の目的を達成するために、本発明のE×B型エネルギーフィルタは、電場と磁場が互いに直交して形成されてなり、且つ電極間距離と磁極間距離とが略同一となされたE×B型エネルギーフィルタにおいて、光軸に垂直な面における磁場分布と電場分布が略同一形状となされていることを特徴とする。

〔作用〕

本発明に係るE×B型エネルギーフィルタにお

いては、電極間距離と磁極間距離とが略同一となされているので、光軸に沿った磁場分布および電場分布の形状はフリンジ場をも含めて略同一形状であり、また、光軸に垂直な面においても磁場分布と電場分布は略同一形状となされているので、光軸を中心とした広い範囲に渡ってウィーン条件を満足させることができる。

[実施例]

以下、図面を参照しつつ実施例を説明する。

まず、本発明に係るE×B型エネルギーフィルタの第1の実施例について説明するが、その構成は第1図に示すと同様であり、また、電極2,2'を形成する材料については従来と同様に銅、アルミニウム等の非磁性材料であるが、磁極1,1'のヨークあるいはポールピースを構成する材料として、強磁性体で電気抵抗が十分に高く、且つ完全な絶縁体でない材料、例えばフェライト、を使用する点で従来のもものと異なっている。これによって、磁極1,1'が電場に及ぼす影響を無視することができるようになり、磁場および電場は共に2

電場は共に4極構造となる。

このときの磁場分布B、電場分布Eは第6図に示すようになる。この分布は第5図に示すような一様性は有していないが、磁場分布Bと電場分布Eの形状は略同一にできるので、フリンジ場においてもウィーン条件を満足させることができる。

次に本発明に係る第3の実施例について説明する。磁極面を傾斜させることについては上述した通りであるが、磁極面を傾斜させることは非点なし結像を達成する意味においても重要である。即ち、磁極面の傾斜角を磁極および電極の構造に応じて設定することによって荷電粒子の非点収差を補正することができることが知られている。しかし、磁極の加工精度、組立精度、そしてエネルギーフィルタ内の荷電粒子の振舞いが完全に解明されていない等の理由により、たとえ磁極、電極が設計通りに加工され、組み立てられたとしても、磁極面の傾斜角を修正する必要に迫られることがあった。

そこで、第3の実施例においては、上記第2の

極構造となるので、磁場分布、電場分布はそれぞれ第5図のB、Eで示すように、光軸Zを中心として広い範囲で一様な分布とすることができる。

従って、容易にフリンジ場においてもウィーン条件を満足させることができる。なお、磁極1,1'を形成する材料として完全な絶縁体を使用しない理由は、荷電粒子が磁極1,1'にチャージアップすることを防止するためである。

次に本発明の第2の実施例について説明する。エネルギーフィルタの構成は第1図に示すものと同様であり、また、磁極1,1'を形成する材料は従来と同様に鉄やパーマロイ等の強磁性と共に導電性を有する金属であるが、電極を形成する材料として、導電性を有し、且つ磁性あるいは強磁性を示す材料、例えば鉄あるいはパーマロイ等、を使用する点で従来のもものと異なっている。

以上の構成によれば、磁極1,1'は電場に影響を与え、電極2,2'は磁場に影響を与える。即ち、磁極1,1'は電極として作用し、電極2,2'は磁極として作用することになるので、磁場および

実施例の構成において電極にコイルを巻回し、該コイルに供給する励磁電流を調整することにより磁場分布を補正するのである。

第7図は第3の実施例の構成例を示す図であり、磁極1,1'のヨークあるいはポールピースは鉄やパーマロイ等の強磁性と共に導電性を有する金属で形成され、そのコイル3,3'には所定の励磁電流が供給されて、所定の磁場分布を形成している。また、電極2,2'も、導電性を有し、且つ磁性あるいは強磁性を示す材料、例えば鉄あるいはパーマロイ等、で形成されており、それぞれ磁場分布補正用コイル4,4'が巻回されている。

コイル3,3'および磁場分布補正用コイル4,4'に供給される励磁電流は次のようである。いま、第8図(a)に示すように磁極1,1'がそれぞれ強度がS₀のS極、強度がN₀のN極であるような励磁電流I₀がコイル3,3'に供給されており、磁場分布補正用コイル4,4'には電極2,2'が共に強度がS₁のS極となるような励磁電流I₁が供給されたとする。このときコイル3,3'に供給

される励磁電流は、電極2, 2'に形成された磁極とは逆極性のN極であり、その強度は S_1 と同じ強度のN₁である磁極が形成されるように変更される。つまり、コイル3には励磁電流($I_0 - I_1$)が供給されて、磁極1は($S_0 + N_1$)の強度を有する磁極となり、コイル3'には励磁電流($I_0 + I_1$)が供給されて、磁極1'は($N_0 + N_1$)の強度を有する磁極となる。

また、磁場分布補正用コイル4, 4'に電極2, 2'が共に強度が N_1 のN極となるような励磁電流 I_1 が供給された場合には、磁極1, 1'は第8図(b)に示すようになされる。

以上のように、二つの電極は同極性、同強度の磁極となるように、二つの磁極には電極に形成された磁極を打ち消すような磁極が発生させるようにするのである。そして、電極に形成される磁極の強度を調整することは、磁極面の傾斜角を変更したと等価であるので、これにより非点収差の補正を容易に行えることは勿論のこと、フリンジ場の補正を行うこともできるものである。

る磁場分布および電場分布を示す図、第7図は本発明の第3の実施例を説明するための図、第8図は本発明の第3の実施例で形成される磁極の例を示す図である。

1, 1' ... 磁極, 2, 2' ... 電極。

出 願 人 日本電子株式会社
代理人 弁理士 青 井 英 雄 (外 6 名)

【発明の効果】

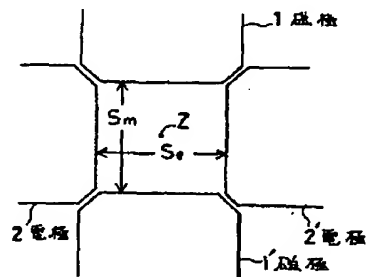
以上の説明から明らかなように、本発明によれば、光軸に垂直な面における磁場分布の形状と電場分布の形状を略同一とできるので、フリンジ場においても容易にウィーン条件を満足させることができる。

また、磁極および電極を共に鉄あるいはパーマロイで形成した場合には、電極にコイルを巻回し、該コイルに供給する励磁電流を調整することによって磁場分布を調整できるので、非点収差の補正、フリンジ場の補正を容易に行うことができる。

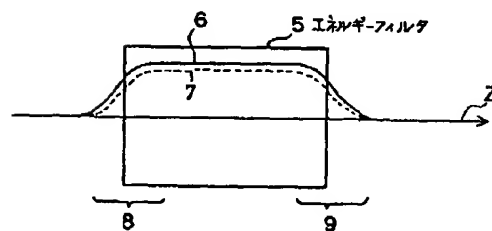
4. 図面の簡単な説明

第1図はE×B型エネルギーフィルタの構成例を示す図、第2図はフリンジ場を説明するための図、第3図は従来のE×B型エネルギーフィルタにおける光軸に垂直な面での磁場分布と電場分布を示す図、第4図はE×B型エネルギーフィルタの他の構成例を示す図、第5図は本発明の第1の実施例で形成される磁場分布および電場分布を示す図、第6図は本発明の第2の実施例で形成され

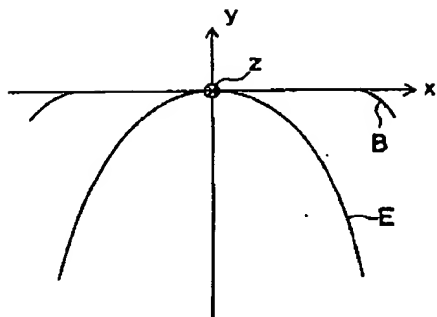
第 1 図



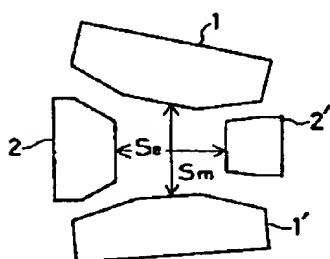
第 2 図



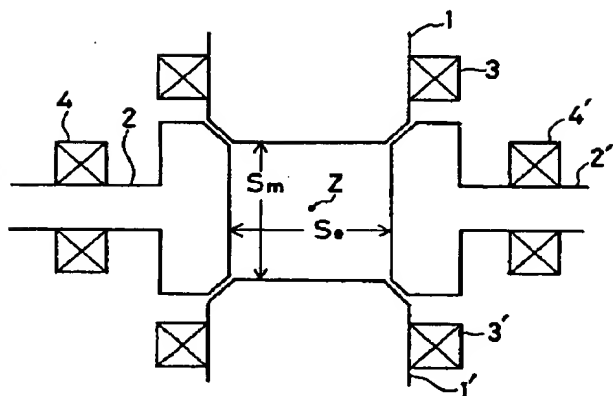
第3図



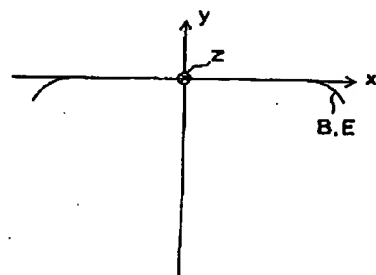
第4図



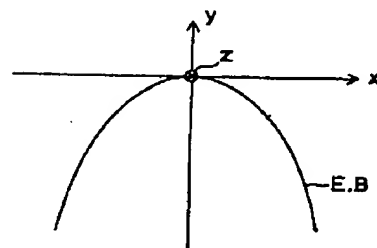
第7図



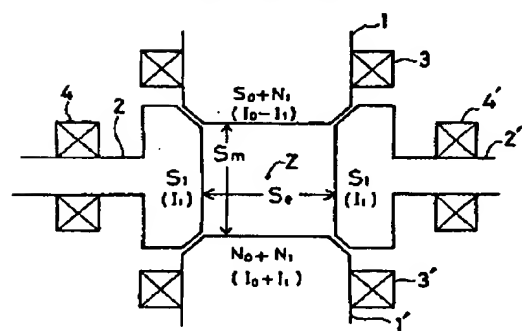
第5図



第6図



第8図(a)



第8図(b)

